Leistungsfähigkeit und Abnutzung von Zahnbohrern

INAUGURAL-DISSERTATION
zur Erlangung der zahnärztlichen Doktorwürde
einer hohen medizinischen Fakultät
der Universität Rostock.

Vorgelegt von:

Hans Hoop,
Zahnarzt aus Gr. Bölkow i. Meckl.

1930

(Referent: Prof. Dr. med. et phil. et med. dent. h. c. Hans Moral)

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Gedruckt mit Genehmigung der medizinischen Fakultät Rostock.

Betrachtet man um die Mitte des neunzehnten Jahrhunderts das Niveau der konservierenden Zahnheilkunde, so muß man feststellen, daß es ein noch recht niedriges war. Eben weil es an einem passenden Instrument oder einer Vorrichtung fehlte, die kariösen Massen zu entfernen und bis in das Gesunde hinein alles Kranke zu eliminieren, war eine konservierende Behandlung nicht möglich. Erst die Einführung des Bohrers und der dazu gehörigen Bohrmaschine ermöglichte die Ausübung einer konservierenden Behandlung, deren Resultate wohl die auffälligsten im heutigen Stande der Zahnheilkunde sind.

Weshalb niemand auf den Gedanken kam, anstelle der Exkavatoren — die vorher sehr viel verwendet wurden — Fräsen oder rotierende Instrumente zu gebrauchen, erscheint uns auf den ersten Blick unbegreiflich, da die Technik schon seit langem den Gebrauch dieses Werkzeuges kannte. In dem ersten Katalog, der speziell für zahnärztliche Bedarfsartikel erschienen ist, (dem Katalog von S. S. White, Philadelphia vom Jahre 1867) gibt es noch keine Zahnbohrer. Was dort abgebildet ist, sind keine regelrechten Bohrer, sondern Finierer. Sie dienten vor allen Dingen dazu, den Überschuß des Füllmaterials zu entfernen und die Füllungen zu glätten. Diese Instrumente, „Burs" genannt, sind noch an langem Griff und werden mit der Hand gedreht. Sie zeigen alle den Finierhieb, d. h. ganz eng aneinanderstehende Schneiden.

Den ersten Typ eines wirklichen Bohrers finden wir in U. S. A. patentiert. Diese Form hat sich zwar als Bohrer nicht halten können, wohl aber als Nervkanalbohrer, also als Erweiterer für ein bereits angebohrtes Loch. Natürlich war der Bohrer durch die Handbedienung ein viel zu langsam arbeitendes Instrument. Auch die Herstellung der Bohrer beruhte vollkommen auf Handarbeit. So war es zum Beispiel

Rauhe, der auf diesem Gebiete eine überragende Stellung erlangt hat. Im Jahre 1872 wurden die ersten Versuche unternommen, Zahnbohrer fabrikmäßig herzustellen; dieselben wurden noch vom Arbeiter mit der Hand gefeilt, und zwar ist es die originelle Schnittführung und Winkelstellung, welche diese ersten, mit der Hand gefeilten Bohrer kennzeichnet.

Ich zeige hier zwei Abbildungen der ersten Typen (Abb. 1 u. 2).

Abb. 1

Abb. 2

Der Arbeiter feilte zunächst quer über die ganze Rundung des Kopfes eine Rinne, in welche dann die Zähne parallel zueinander stehend einliefen. Auf diese Art konnten vielleicht am Tage höchstens einige hundert solcher Bohrer hergestellt werden, und das Resultat war je nach der Fähigkeit der Arbeiter ein mehr oder weniger genaues Produkt. Bald wurden die Arbeiter durch halbautomatische Maschinenarbeit, jetzt werden sie sogar durch Vollautomaten ersetzt.

Das als Zahnbohrer bekannte Instrument ist ein kombiniertes Bohr- und Fräswerkzeug. Die spanabhebende Arbeit, welche geleistet wird, wenn der Bohrer sich um die Längsachse dreht und in Richtung derselben vorwärts bewegt wird, heißt bohren. Die im Winkel zur Bohrerachse geleistete Arbeit ist die Frästätigkeit. Dieses wäre der theoretische Unterschied zwischen Bohren und Fräsen. In der Praxis käme sozusagen nur das Fräsen in Frage, denn jeder Praktiker arbeitet mit dem Bohrer in einem gewissen Winkel. Es kommt im Wesentlichen darauf an, daß ein Bohrer diesen beiden Anforderungen

gerecht wird. Die Konstruktion und die Härte eines Zahnbohrers macht dieses Instrument für die Metallbearbeitung ungeeignet.

Ein Kavitätenbohrer einer guten Qualität soll bei einem Minimum von Druck schnell und ruhig schneiden.

Fissurenbohrer andrerseits erfordern einen gewissen Druck infolge der bedeutend höheren Härte des Zahnschmelzes. An einzelnen Bohrerarten unterscheiden wir folgende: Kugelbohrer für die Kavitätenpräparation. Die Kegelbohrer, um tief ins Gewebe hineinschneiden zu können. Die Spitzbohrer, um Fissuren zu eröffnen und dann mit dem Fissurenbohrer den harten Schmelz wegzufräsen. Radbohrer benötigen wir zu Unterschnitten bei kleineren Kavitäten und schließlich die Finierer, Binnenform und Flammenform, zum Glätten des zervikalen Randes, vor allem bei Silikatfüllungen.

Ferner verwenden wir häufig Spezialbohrer für D a l l'sche Einlagen und vor allem auch Kautschukfräsen.

Nach diesen einleitenden Bemerkungen will ich mich etwas näher mit der K o n s t r u k t i o n d e r B o h r s c h n e i d e n befassen. Bei den ersten schon wirklich brauchbaren Kugelbohrern laufen sämtliche Schneiden in der Mitte zu einem toten Punkt zusammen. Dieser tote Punkt ist einer der größten Übel aller Bohrwerkzeuge, denn er wirkt naturgemäß beim Bohren bremsend, und das Dentin wird an dieser Stelle nicht weggeschnitten, sondern weggequetscht. Dann wurde versucht, diesem Übel dadurch abzuhelfen, daß man an Stelle des toten Punktes eine Vertiefung im Bohrer anbrachte. Man ging sogar soweit, die Bohrer zylindrisch auszusparen. Es entsteht dann aber im Dentin eine kleine Insel, die dem Vorschub ebenfalls Widerstand entgegensetzt und auch nur wieder durch starken Druck überwunden werden kann. Es darf dabei nicht übersehen werden, daß sich Reibung und Druck in Wärme umsetzen, die zu Schmerz führen. In der Praxis suchte man den toten Punkt dadurch zu überwinden, daß man dem Handstück eine schwingende Hin- und Herbewegung gab. Es leuchtet ein, daß dieser Mangel dadurch nur teilweise beseitigt werden kann. Die Konstruktion der durchgehenden Bohrschneide, wie wir sie jetzt allgemein haben, ist eine wesentliche Verbesserung und vermeidet

den toten Punkt. Bevor ich zu einer anderen Frage übergehe, muß ich noch auf einen Punkt hinweisen. Es ist nämlich die Frage angebracht, ob die beiden Punkte, die seitlich der durchgehenden Schneide liegen, möglichst nahe an diese herangebracht werden sollen oder nicht. Die beiden Schneiden-Vereinigungspunkte dürfen meiner Ansicht nach nicht allzu nahe an der durchgehenden Schneide liegen, denn dadurch werden die Rillen zu klein und für den reibungslosen Abgang der Bohrspäne ist nicht genügend Raum vorhanden. In Bezug auf die Gruppierung der seitlichen Frässchneiden wird gleichmäßige und größte Arbeitsleistung erreicht, wenn die Schneidekanten nicht in ihrem Ganzen gleichzeitig das Dentin schabend angreifen, also nicht parallel zur Rotationsachse stehen. Dann treten die einzelnen Punkte nacheinander in Funktion, wobei ein Zahn des Bohrers nicht genau in die vom vorhergehenden geschaffene Rille greift. Das geschieht durch asymmetrische Teilung und Anordnung der Schneiden unter jeweils wechselnden zur Längsachse geneigten Winkeln. Sind nämlich die Schneiden parallel angeordnet, so ist es klar, daß nach gewissen Abständen Werkstoff losgerissen wird und dadurch der Bohrer schlägt.

Auch die Lücken zwischen den Schneiden eines Zahnbohrers verstopfen sich häufig mit Dentin und erfordern deshalb eine gewisse Aufmerksamkeit. Ein Bohrer, dessen Lücken verstopft sind, kann naturgemäß nicht arbeiten, die Schneiden laufen sich heiß, verlieren ihre Härte und werden stumpf. Bezüglich der Seitenschneiden ist noch zu sagen, daß diese in einem besonderen Winkel zur Bohrerachse schräg verlaufen müssen, damit die Späne durch die Zentrifugalkraft besser herausgeschleudert werden können. Bei einem rotierenden Werkzeug müssen ferner die Schneiden so um die Bohrerachse angeordnet sein, daß die Länge der Schneide von der Bohrerachse bis zu den Enden der Seitenschneiden immer dieselbe ist. Ist dieses nicht der Fall, so fallen die kurzen Seitenschneiden bei der Arbeit vollkommen aus, und der Bohrer ist der an ihn gestellten Anforderung nicht gewachsen, also sozusagen wertlos. Diese Fehler treten am häufigsten bei dem Nachschleifen — welches aus freier Hand ausgeführt wird — auf. Ein nachgeschliffener Zahnbohrer

(gebrauchter) hat deshalb nur eine beschränktere Lebensdauer und einen geringeren Wert.

Bei dem Querhieb-Fissurenbohrer ist vor allem wichtig, daß die Gewinderille bereits vor dem Kopf aufhört, denn sonst arbeitet der Fissurenbohrer wie ein Gewindebohrer und läuft sich fest, weil er sich in das Material hineinschraubt. Da erfahrungsgemäß die spanbrechende Wirkung des Querhiebs nur an den Kanten der Schneiden vorhanden ist, ergibt sich, daß die Tiefe der Rillen für das Spanbrechen ohne Bedeutung ist. Zu tief gefräste Rillen schwächen den Bohrer und sind häufig die Ursache des Abbrechens des Bohrerkopfes. Zu seichte oder zu schmale Rillen verstopfen sich dagegen leicht mit Schmelz oder Dentin. Wir unterscheiden bei den Fissurenbohrern die zylindrisch flachen und spitzen. Während die flachen sehr gut sind, liegt bei den spitzen ein Konstruktionsfehler vor. Denn mit einem Fissurenbohrer soll man fräsen und nicht bohren. Nun ist allerdings die Einwendung gerechtfertigt, wenn man sagt, mit der Spitze will man die Fissur eröffnen. Zu diesem Zwecke sind aber die Spitzbohrer da. Man sollte ein Instrument grundsätzlich dazu gebrauchen, wozu es konstruirt ist. In meiner eigenen Studienzeit habe ich z. B. erlebt, daß ein Kollege sogar eine Feile als Gipslöffel benutzte.

Was die Beschaffenheit des Finierers anbelangt, so gelten auch dieselben Regeln wie beim Fissurenbohrer. Allerdings haben wir hier keinen Querhieb, und die Schneiden sind in größerer Anzahl vorhanden. Haben wir zum Beispiel beim Rosen- oder Fissurenbohrer acht Schneiden im Durchschnitt, so finden wir bei dem Finierer 16—18 Schneiden, also das Doppelte. Diese größere Anzahl der Schneiden will aber nicht sagen, daß der Finierer dadurch besser arbeitet als der Fissurenbohrer. Wir werden in den am Schluß folgenden Tabellen sehen, wieviel der Finierer trotz vieler Bohrschneiden im Vergleich zum Rosenbohrer und Fissurenbohrer leistet. Soll nun ein Bohrer schneiden oder schaben?

Um den Unterschied zwischen beiden Arbeitsgängen zu veranschaulichen, betrachte man folgendes: Das schrägstehende Hobeleisen kann nur dann einen gleichmäßigen Span abheben, wenn man eine

Führung hat, die verhindert, daß es zu tief eindringt und sich im Werkstück festläuft. Die Dicke des abzuhebenden Spanes wird durch die Größe des Überstandes der Metallschneide an der Unterseite des Hobels bestimmt. Der Hobel ist also ein schneidendes Werkzeug. Nehmen wir nun einen scharfen Löffel als Gegenstück, so sehen wir, daß der Löffel ohne Führung arbeitet und daher einen Span abhebt, der bald dick, bald dünn, also ungleichmäßig ist. Es ist dies das wohl eindeutige Beispiel für schabende Arbeit. Es liegt klar zu Tage, daß bei schneidender Wirkung mit wenig Kraft viel geleistet wird und sich dabei die Schneide nicht festklemmen kann. Somit stellt das schneidende Eisen den Grundtyp der Bohrschneide dar. Sind die Schneiden im Winkel zur Achse angebracht, so haben wir ein schneidendes, sind sie parallel angebracht, so haben wir ein schabendes Instrument. Zusammenfassend sei gesagt, daß rationelles Arbeiten eines Bohrers eintritt, wenn folgende Punkte genau befolgt sind:

Rillenartige Vertiefungen am Bohrerkern zum reibungslosen Fortschaffen der Bohrspäne, gleiche Entfernung der Schneidekanten vom Mittelpunkt des Bohrerkopfes, gleicher Anfang und Endpunkt des Bohrerkopfes, Schärfe der Schneidekanten und Gleiche der einzelnen Größen auf 100stel Millimeter genau. Man sieht, daß der Zahnbohrer ein kleines Präzisionsinstrument darstellt, das durch theoretische Überlegung, praktische Erfahrung und gewissenhafte Überwachung der maschinellen Herstellung zum wertvollen Hilfsmittel in der Hand des Zahnarztes werden kann.

Bis jetzt sind keinerlei Versuche unternommen worden, um die Leistungsfähigkeit und Abnutzung eines Zahnbohrers festzustellen.

Um nun dieses zu bestimmen, habe ich mir folgende Einrichtung nach eigenen Zeichnungen und Maßen herstellen lassen. Es ist ein vierrädriger Wagen von 16 cm Länge und einer Breite von 7 cm. Die Räder sind ausgefräst und laufen auf der einen Seite auf einem dünnen Stahldraht, auf der anderen Seite auf einem Stahlband, um die Reibung auf ein Minimum herabzusetzen. Den durchgehenden Achsen in der Mitte aufgelagert ist ein Messingrohr von 1,7 cm

Lichtweite, für die Aufnahme des zu bearbeitenden Materials. Ferner ist dieses Messingrohr unten offen. Bewegt wird der Wagen durch eine beschwerte Wagschale, die durch eine über eine Rolle laufende Seidenschnur mit dem Wagen verbunden ist. Aufmontiert ist die ganze Einrichtung auf einem Tisch, durch den ich von untenher das Handstück verstellbar angebracht habe. (Abb. 3 u. 4).

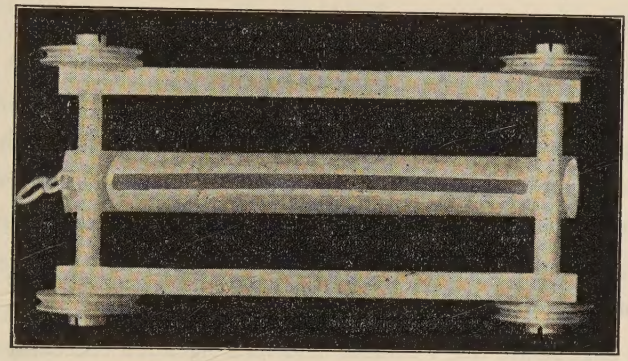


Abb. 3

Ansicht des Wagens von unten

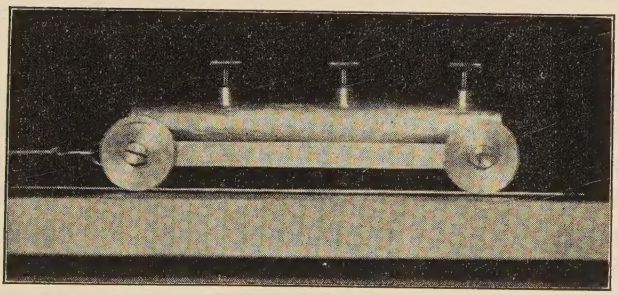


Abb. 4

Seitenansicht des Wagens

Als Antriebskraft habe ich einen Elektromotor genommen.

Zu meinen Versuchen benötigte ich ferner einen Widerstand, eine Stoppuhr, einen Tourenzähler und schwarzen vulkanisierten Kautschuk. Kautschuk habe ich aus dem Grunde gewählt, weil er von gleicher Qualität ist und eine nicht zu große Härte besitzt, um gute Messungen aufstellen zu können.

Die Versuche sind gemacht worden mit einer Tourenzahl von 1200 Umdrehungen pro Minute, einer Belastung von 500 gr und einer jedesmaligen Fräszeit von 20 Sekunden. Die Kautschukstange wurde anfangs gewogen, darauf in den Wagen gespannt, dann wurde gefräst, und zwar horizontal unter den angegebenen Bedingungen, und nun wiederum gewogen. Somit konnte ich den Verlust des Stabes an Gewicht feststellen. Dieses wurde nun so oft, wie aus den Tabellen ersichtlich ist, wiederholt.

Kleine Schwankungen in den Tabellen sind einerseits auf das eventuell nicht vollkommen gleichmäßige Material zurückzuführen, andererseits auf Stromschwankungen im Ortsnetz. So habe ich wiederholt Messungen vorgenommen und feststellen können, daß erhebliche Schwankungen, sogar bis 50 Volt, auftraten. An Bohrern wurden von mir Rosenbohrer, Fissurenbohrer, zylindrisch flach, und Finierer, ebenfalls zylindrisch flach, alles Größe 5, verwendet.

Die Ergebnisse der Versuche sind im Folgenden einzeln aufgeführt.

Anfangsgewicht des Materials (in gr) und Verlust an Gewicht nach 20 Sekunden Bohrzeit:

Rosenbohrer.

1. 34,53210 0,05932	9. 34,11413 0,04502	17. 33,80724 0,03040
2. 34,47278 0,05710	10. 34,06911 0,04297	18. 33,77684 0,03027
3. 34,41568 0,05500	11. 34,02614 0,03898	19. 33,74657 0,03002
4. 34,36068 0,05113	12. 33,98716 0,04100	20. 33,71655 0,03150
5. 34,30955 0,05080	13. 33,94616 0,03700	21. 33,68505 0,03380
6. 34,25875 0,05001	14. 33,90916 0,03500	22. 33,65125 0,02990
7. 34,20874 0,04741	15. 33,87416 0,03472	23. 33,62135 0,02986
8. 34,16133 0,04720	16. 33,83944 0,03220	24. 33,59149 0,02987

25. 33,56162
6,02980
26. 33,53182
0,02956
27. 33,50226
0,02950
28. 33,47276
0,02898
29. 33,44378
0,02818
30. 33,41560
0,02680
31. 33,38880
0,02610
32. 33,36270
0,02600
33. 33,33670
0,02574
34. 33,31096
0,02522
35. 33,28574
0,02520
36. 33,26054
0,02520
37. 33,23534
0,02516
38. 33,21018
0,02500
39. 33,18518
0,02500
40. 33,16018
0,02500
41. 33,13518
0,02498
42. 33,11020
0,02480
43. 33,08540
0,02303
44. 33,06237
0,02300
45. 33,03937
0,02300
46. 33,01637
0,02042
47. 32,99595
0,02002
48. 32,97593
0,02000
49. 32,95593
0,02000
50. 32,93593
0,02000
51. 32,91593
0,02000
52. 32,89593
0,02000
53. 32,87593
0,02000
54. 32,85593
0,02000

32,83593

Fissurenbohrer.

1. 35,68800
0,04000
2. 35,64800
0,04000
3. 35,60800
0,03994
4. 35,56906
0,03800
5. 35,53106
0,03320
6. 35,49786
0,03304
7. 35,46482
0,03430
8. 35,43052
0,03200
9. 35,39852
0,03002
10. 35,36850
0,03000
11. 35,33850
0,02980
12. 35,30870
0,02979
13. 35,27891
0,02770
14. 35,25121
0,02770
15. 35,22351
0,02630
16. 35,19721
0,02606
17. 35,17115
0,02520
18. 35,14595
0,02508
19. 35,12087
0,02500
20. 35,09587
0,02490
21. 35,07097
0,02468
22. 35,04629
0,02450
23. 35,02179
0,02440
24. 34,99739
0,02400

25. 34,97339
0,02120
26. 34,95219
0,02110
27. 34,93109
0,02102
28. 34,91007
0,02100
29. 34,88907
0,02070
30. 34,86837
0,02046
31. 34,84791
0,02046
32. 34,82745
0,02050
33. 34,80695
0,02040
34. 34,78655
0,02020
35. 34,76635
0,02020
36. 34,74615
0,02018
37. 34,72597
0,02018
38. 34,70579
0,02008
39. 34,68571
0,02002
40. 34,66569
0,02000
41. 34,64569
0,02000
42. 34,62569
0,02000
43. 34,60569
0,01996
44. 34,58573
0,01980
45. 34,56593
0,01978
46. 34,54615
0,01970
47. 34,52645
0,01970
48. 34,50675
0,01966
49. 34,48709
0,01912
50. 34,46797
0,01900
51. 34,44897
0,01900
52. 34,42997
0,01896
53. 34,41101
0,01897
54. 34,39204
0,01895
55. 34,37309
0,01895
56. 34,35414
0,01895
57. 34,33519
0,01895

34,31624

Finierer.

1. 35,70500
0,00100
2. 35,70400
0,00100
3. 35,70300
0,00081
4. 35,70219
0,00069
5. 35,70150
0,00070
6. 35,70080
0,00061
7. 35,70019
0,00059
8. 35,69960
0,00052
9. 35,69908
0,00048
10. 35,69860
0,00040
11. 35,69820
0,00038
12. 35,69782
0,00031
13. 35,69751
0,00027
14. 35,69724
0,00020
15. 35,69704
0,00011
16. 35,69693
0,00010
17. 35,69683
0,00007
18. 35,69676
0,00005
19. 35,69671
0,00000
20. 35,69671

usw.

Abb. 5

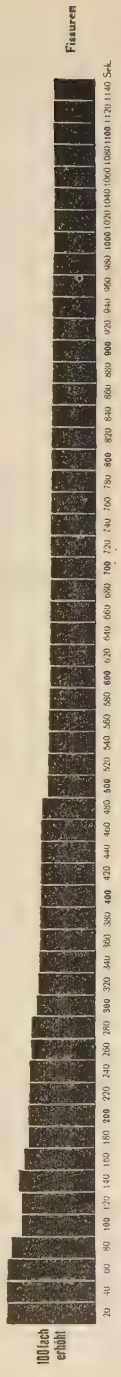


Abb. 6

Abb. 7

Aus diesen Ergebnissen kann man sich schon ein klares Bild machen, daß der Gewichtsverlust bei der letzten Bohrung erheblich geringer ist, als bei der ersten. Um dieses noch besser zu veranschaulichen, habe ich die einzelnen Gewichtsverluste graphisch dargestellt. Um ein deutliches Resultat zu zeigen, habe ich bei den Rosen- und Fissurenbohrern die Werte der Leistungen um 100 überhöht, bei den Finierern sogar um 1000. Siehe beigefügte Zeichnungen.

Diese Messungen sind vorgenommen worden am Werkstück selbst. Die Breite der Zylinder stellt die Zeiteinheit von 20 Sekunden, die Höhe die Gewichtsabnahme des Materials dar. Wie schon erwähnt, habe ich die Zylinder um 100 beziehungsweise um 1000 überhöht.

Man sieht hieraus, daß ein Bohrer schon nach einer verhältnismäßig kurzen Zeit an Leistungsfähigkeit enorm abnimmt. Es müßte ein Bohrer hiernach nur 200 Sekunden arbeiten, weil er hier seine größte Schärfe verloren hat.

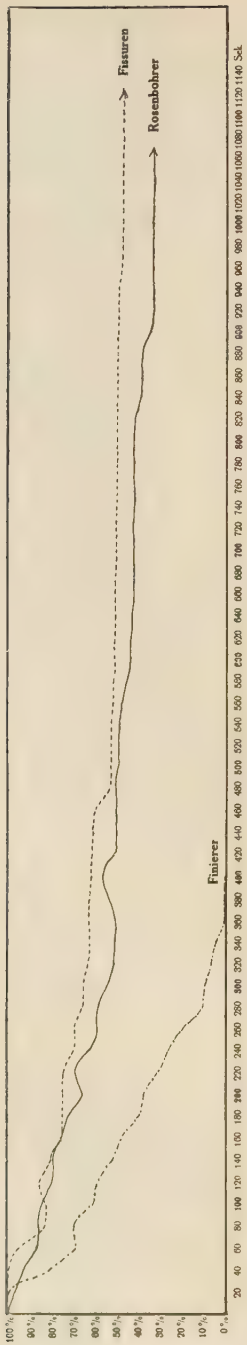


Abb. 8

Folgendes stellt die prozentuale Abnutzung eines Bohrers dar: Es ist deutlich zu erkennen, daß der Fissurenbohrer sich prozentual besser hält als der Rosenbohrer und Finierer. Man kann aber auch hier wieder sagen, daß die Abnutzung des Bohrers grade im ersten Teil ganz schlagend ist und daß hier die Industrie einschreiten muß, um günstigere Resultate hervorzubringen. Ich bringe erst die Abnutzung der Bohrer in Prozenten ausgedrückt, dann die sich daraus ergebenen Kurven.

Die aus den Leistungsfähigkeitsversuchen sich ergebene prozentuale Abnutzung der

Rosenbohrer.

%	59,00	48,85	41,81
100	58,53	47,51	38,82
96,26	54,28	45,18	38,80
92,72	51,25	44,00	38,80
86,19	51,03	43,83	34,42
85,64	50,61	43,39	33,75
84,31	53,10	42,52	33,72
79,92	56,98	42,48	33,72
79,57	50,40	42,48	33,72
75,90	50,34	42,41	33,72
72,44	50,35	42,14	33,72
65,71	50,24	42,14	33,72
69,12	49,83	42,14	33,72
62,37	49,71	42,11	

Fissurenbohrer.

%	95,00	80,00	74,48
100	83,00	75,50	69,25
100	82,60	75,00	69,25
99,85	85,75	74,50	65,75

65,15	53,00	50,50	49,90	47,40
63,00	52,75	50,50	49,50	47,42
62,70	52,55	50,45	49,45	47,38
62,70	52,50	50,45	49,25	47,38
62,25	51,75	50,20	49,25	47,38
61,70	51,15	50,05	49,15	47,38
61,25	51,15	50,00	47,80	
61,00	51,25	50,00	47,50	
60,00	51,00	50,00	47,50	

Finierer.

%	70	40	11	5
100	61	38	10	0
100	59	31	7	0
81	52	27		
69	48	20		

Die Kurven, die sich aus der Abnutzung der Bohrer ergeben, fallen auch hier in der ersten Zeit stark ab. Der Finierer ist sogar sehr schnell am Minimum. Beim Rosen- und Fissurenbohrer hat sich weiter ein langsames Absinken, am Schluß jedoch eine Abnutzung bis auf 33,72 % bezw. 47,38 % gezeigt.

Die eigentliche Gebrauchsfähigkeit eines Rosen- oder Fissurenbohrers wäre nur 200 Sekunden, die eines Finierers nur 100 Sekunden.

Um nun die Leistungsfähigkeit bei der Bohrungsdauer von einer Sekunde und einer Umdrehung vergleichend darzustellen, benötige ich folgender Umrechnung. Die Einheit der Vergleichung ist der mm^2 der Oberfläche pro Sekunde. Man rechnet im allgemeinen mit dem Durchmesser des Bohrerkopfes, richtiger ist es jedoch nach mm^2 der Oberfläche zu rechnen.

Die Oberfläche eines Rosenbohrers von 1,65 mm Durchmesser (Größe V) beträgt 8,65 mm^2.

Bei 1200 Umdrehungen pro Minute hat also eine Gesamtoberfläche von 10380 mm^2 gearbeitet. Da aber eine Arbeitszeit von 20 Sekunden besteht, arbeitet also nur eine Gesamtoberfläche von 3460 mm^2.

Bei 3460 mm² wirkender Fläche schafft d. Rosenb. in 20 Sek. 0,03220 gr,
„ 3460 „ „ „ „ „ „ „ 1 „ 0,00161 „
„ 1 „ „ „ „ „ „ „ 1 „ 0,000000465 „
oder 0,465 γ.

Der Fissurenbohrer und ebenfalls der Finierer von 1,65 mm Durchmesser haben eine Oberfläche von 25,90 mm², da ich mit beiden 5 mm tief gefräst habe. Nach derselben Rechnung aufgestellt ergibt sich für den Fissurenbohrer ein Wert

von 0,000000125 gr = 0,125 γ.

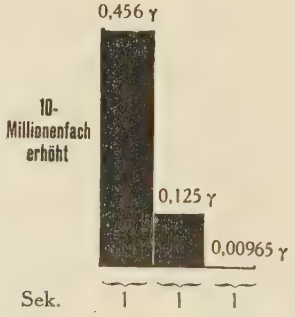
für den Finierer ein Wert

von 0,00000000965 gr = 0,00965 γ.

Um hier auch bessere Resultate vergleichen zu können, habe ich die Werte in der Zeichnung statt

0,000000465 gr = 4,65 gr
0,000000125 „ = 1,25 „
0,00000000965 „ = 0,0965 „

angegeben, also sämtliche Werte sind in der Breite des Zylinders um 10, in der Höhe um 10 Millionen, also überhaupt 1 Millionenfach überhöht.



Hieraus können wir recht deutlich ersehen, daß der Finierer im Vergleich mit Rosen- und Fissurenbohrer in der Zeiteinheit kaum etwas leistet. Während wir den Fissurenbohrer mehr zum Bearbeiten von sprödem Material benutzen, bearbeiten wir elastisches Material mit Rosenbohrern. Aus diesen Versuchen und Aufzeichnungen geht einwandfrei hervor, daß der Kugelbohrer der rentabelste ist.

Zum Schluß ist es mir eine angenehme Pflicht, Herrn Professor Dr. Moral für seine Anregungen und Anleitungen und für seine freundliche Unterstützung bei Ausführung meiner Versuche meinen verbindlichsten Dank auszusprechen.

Literaturverzeichnis:

1. Zahnärztliche Rundschau, Jahrgang 1927, N. 48 pp. 847,848: Die Auswertung der kinetischen Energie bei der Konstruktion von Zahnbohrern (Zahnarzt Wilhelm Kampf, Spandau).
2. Festschrift „Gesolei" vom Jahre 1926: Entwicklung der Bohrer und Bohrmaschine.

Lebenslauf.

Ich, Hans Hoop, wurde geboren am 29. XII. 1905 zu Gr. Bölkow b. Rostock als Sohn des Lehrers a. D. Wilhelm Hoop und seiner Gemahlin Auguste, geb. Vielhack. Nach dreijährigem Besuch der Elementarschule zu Gr. Bölkow kam ich aufs Gymnasium zu Rostock und trat ab Quarta aufs Realgymnasium zu Rostock über, das ich mit dem Reifezeugnis Ostern 1926 verließ. Sommer-Semester 1926 studierte ich in Wien Medizin, worauf ich nach Rostock zurückkehrte, wo ich am Ende des Winter-Semesters 1927/28 die zahnärztliche Vorprüfung bestand und im Herbst 1929 meine Approbation erhielt.